

鋼トラス橋下弦材腐食部の炭素繊維シートによる補修工法の検討

長野工業高等専門学校 正会員 ○奥山 雄介

高速道路総合技術研究所 正会員 広瀬 剛, 服部 雅史

ものづくり大学 正会員 大垣 賀津雄

長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛

新日鉄住金マテリアルズ 正会員 秀熊 佑哉, 小林 朗

1. はじめに

鋼トラス橋では、下弦材のウェブと下フランジの溶接線に沿った腐食が発生することがある。このような損傷に対しては、アングル材をワンサイドボルトで添接する工法が用いられているが、図-1 に示すように腐食範囲が広く、すべての箇所に適するには非合理的であり、より施工性に優れた工法の適用が望ましい。そこで、炭素繊維シート接着工法の適用について検討する。本工法は、腐食損傷に対しては高速道路総合技術研究所によりマニュアル化されている。しかしながら今回対象とする部位については言及されておらず、本研究によりマニュアルの適用範囲の拡大に期待できる。

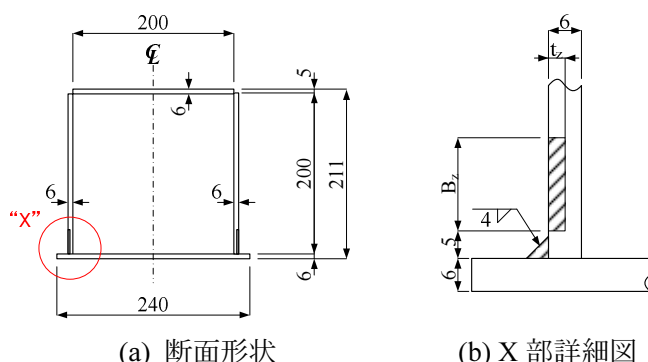
本研究では、トラス橋下弦材を模した箱型断面の供試体に、腐食を模擬した断面欠損を与え、炭素繊維シートを貼り付ける。対象とする損傷では、断面欠損によって、引張破断よりも、局部座屈の発生による強度低下の影響の方が大きいと考えられるため、連続トラス橋の中間支点部等を想定して、圧縮試験により補修効果を検討し、設計法の構築を目指す。

2. 試験概要

本試験で使用する供試体は、鋼種 SS400（降伏応力 $\sigma_y = 351 \text{ MPa}$ ）、寸法は実橋の 1/2 程度とした。図-2 に供試体の断面寸法を示す。図-2 の X 部には、腐食を模擬した断面欠損を与える。欠損高さ (B_Z) を 15 mm、欠損板厚 (t_Z) を 3 mm としたものを A タイプ、欠損高さ (B_Z) を 30 mm、欠損板厚 (t_Z) を 4.5 mm としたものを B タイプとする。それぞれ、無補修の供試体を 1 体、炭素繊維シートで補修した供試体を 1 体作製する。また、損傷のない健全なモデルを 1 体作製し、計 5 体の試験を実施する。



図-1 トラス橋下弦材の腐食状況



(a) 断面形状

(b) X 部詳細図

図-2 供試体寸法

炭素繊維シートの施工については、設計・施工マニュアルに準じた方法で実施し、炭素繊維シートの鋼換算厚で欠損した板厚を補うように、積層枚数を決定する。使用した炭素繊維シートは、高弾性型一方向シートで、弾性係数 640 GPa、設計厚 0.143 mm である。これより、A タイプでは必要層数が 7 層、B タイプでは 10 層となる。補修範囲は、補修なしの試験の結果から、A タイプ、B タイプともに腹板下端から 100 mm とした。載荷は、載荷容量 2,000 kN の圧縮試験機を用いて行う。試験機の制御は、荷重-変位関係の線形性が保たれる区間は荷重制御で行い、その後は変位制御で行う。

キーワード 炭素繊維シート, トラス橋, 腐食損傷, 補修, 維持管理

連絡先 〒381-8550 長野県長野市大字徳間 716 長野工業高等専門学校 TEL.026-295-7096

3. 試験結果

(1) 最大荷重

試験により得られた最大荷重を表-1 に示す。健全な供試体である N についてみると、最大荷重が 1,388 kN となった。これに対し、欠損を与えた A-1、B-1 では、それぞれ 1,304 kN、1,166 kN となり、強度が低下していることが確認できる。A タイプでは、6.1%、B タイプでは、16.0 %の低下がみられる。これらを炭素繊維シートで補修した A-2、B-2 についてみると、それぞれ 1,351 kN、1,364 kN と概ね健全時の強度まで回復していることが確認できる。

(2) 荷重-変位関係

各試験で得られた荷重-変位（鉛直変位）関係を図-3 に示す。●印が健全モデル、×印で示したものが欠損有、補修なしのケース、○印が欠損有、補修有のケースを示している。これより、欠損の有無によらずほぼ一定の傾きとなっていることから、本試験のような欠損では、部材の剛性の低下は見られないことが確認できる。ここで、欠損有、補修有の A-2 についてみると、B-2 に比べ早い段階で荷重の低下が起きていることが確認できる。これは、鋼材の変形に伴って、炭素繊維シートが一部剥離してしまったためであると考えられる。

(3) 破壊形状

試験終了時の供試体状況の一例を図-4 に示す。図に示すように、欠損近傍で局部座屈が生じ、終局に至ったということが確認できる。炭素繊維シートで補修したケースについては、端部で生じた局部座屈により、剥離を生じた箇所もあるが、急な剥離や破断は確認されなかった。

4. まとめ

本研究では、腐食を生じたトラス橋下弦材を対象とした、炭素繊維シート接着工法の適用性について検討した。欠損高さ 15mm、板厚 1/2 とした A シリーズでは、健全時に比べ 6.1%の耐力低下となり、欠損高さ 30mm、板厚 1/4 とした B シリーズでは、健全時に比べ 17.0%の耐力低下となった。これらに対し、炭素繊維シート接着工法の適用することで、A シリーズでは 97%、B シリーズでは 98%と、健全時の耐力まで概ね回復することを確認した。今後、試験パターンを変更し継続して検討する予定である。

表-1 最大荷重

試験体番号	最大荷重 [kN]	N に対する強度比
N	1,388	1.000
A-1	1,304	0.939
A-2	1,351	0.973
B-1	1,166	0.840
B-2	1,364	0.983

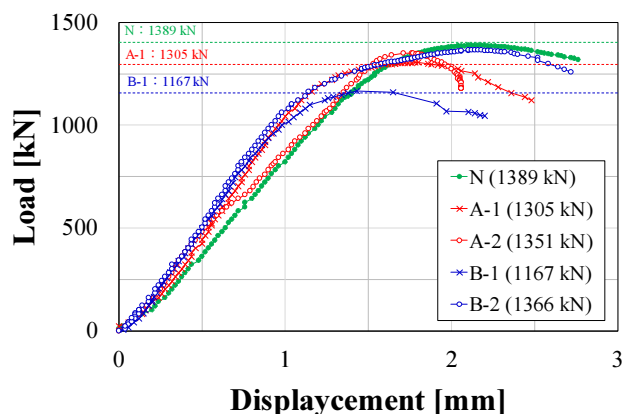
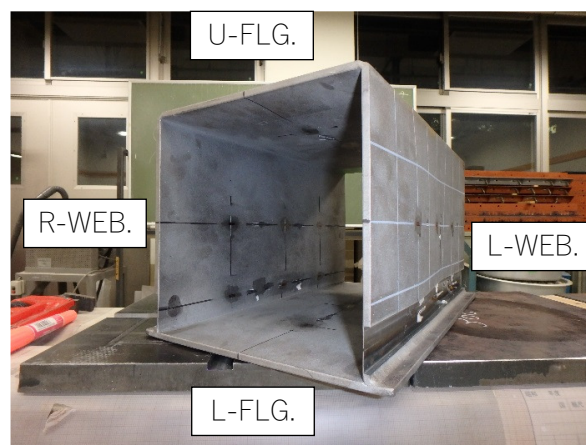


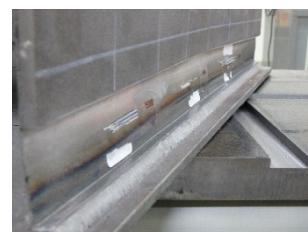
図-3 荷重-鉛直変位関係



(a) 全体図



(b) 腹板 (R-WEB.)



(c) 腹板 (L-WEB.)

図-4 試験終了後の供試体状況 (試験体 B-1)

参考文献

- 1) 高速道路総合技術研究所:炭素繊維シートによる鋼構造物の補修・補強工法 設計・施工マニュアル, 2013.